

ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN *HEAT TREATMENT* TERHADAP KONDUKTIVITAS *THERMAL* PADA ALUMUNIUUM ALLOY



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

GALIH RAMADHAN

D200 150 102

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN *HEAT TREATMENT*
TERHADAP *KONDUKTIVITAS THERMAL* PADA ALUMUNIUUM *ALLOY***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

GALIH RAMADHAN

D200150102

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen

Pembimbing

Amin Sulityanto S.T, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH MEDIA PENDINGIN *HEAT TREATMENT* TERHADAP KONDUKTIVITAS *THERMAL* PADA ALUMINIUM ALLOY

OLEH

GALIH RAMADHAN

D200150102

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Senin, 20 Januari 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Amin Sulistyanto S.T, M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Joko Sedyono S.T, M.Eng, Ph.D.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Subroto, M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Sri Subarjono, M.T., Ph.D., IPM

NIK/NIDN : 0630126302

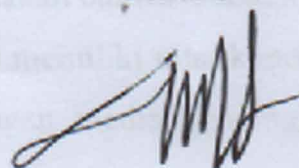
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbeneran dalam pernyataan saya diatas, maka akan bertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 5 Februari 2020

Penulis



GALIH RAMADHAN

D200150102

ANALISA PENGARUH *HEAT TREATMENT* DENGAN MEDIA PENDINGIN UDARA, AIR, OLI TERHADAP *KONDUKTIVITAS THERMAL* DAN STRUKTUR MIKRO PADA ALUMINIUM ALLOY

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari pengujian foto mikro dan nilai konduktivitas thermal dari aluminium alloy dengan pengaruh heat treatment menggunakan media. Proses pembuatan specimen aluminium dipotong dengan tebal 4mm dan 6mm sebanyak 4 buah kemudian di heat treatment pada suhu 400°C selama 30 menit dan didinginkan menggunakan media pendingin udara, air dan oli. Setelah proses heat treatment aluminium kemudian di uji foto mikro dan uji konduktivitas thermal. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa aluminium yang di heat treatment menggunakan media pendingin oli memiliki nilai konduktivitas thermal yang paling tinggi, serta aluminium dengan media pendingin udara memiliki nilai konduktivitas thermal yang paling kecil.

Kata Kunci : Aluminium alloy, Heat Treatment, Struktur Mikro, Konduktivitas Thermal

Abstract

This study aims to determine the results of micro-photo testing and the value of thermal conductivity of aluminum alloy with the influence of heat treatment using the media. The process of making aluminum specimens was cut 4mm thick and 6mm thick as many as 4 pieces of heat treated at a temperature of 400 ° C for 30 minutes and cooled using air, water and oil cooling media. After the aluminum heat treatment process then the micro-photo test and thermal conductivity test. The results of the study indicate that aluminum which is heat treated using oil-cooling media has the highest thermal conductivity value, and aluminum with air-cooling media has the smallest value of thermal conductivity.

Keywords: Aluminum alloy, Heat Treatment, Micro Structure, Thermal Conductivity

1. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi saat ini sering kali kita menemui penggunaan beberapa jenis logam. Salah satu logam yang sering kita jumpai adalah aluminium. Aluminium dapat kita temukan mulai dari peralatan rumah tangga, bagian-bagian dari kendaraan dan masih banyak lagi. Disekitar kita terdapat banyak jenis aluminium yang dapat kita temui, mulai dari aluminium murni sampai aluminium paduan yang dijual di pasaran. Tapi sering kali ketika kita membeli aluminium kita tidak mengetahui kandungan

komposisi kimia dari alumunium tersebut. Sedangkan kandungan komposisi kimia tentunya dapat membantu kita untuk mengetahui sifat mekanik alumunium itu sendiri. Karena setiap kandungan atau unsur pembentuk dari alumunium memiliki sifat mekanik yang berbeda-beda.

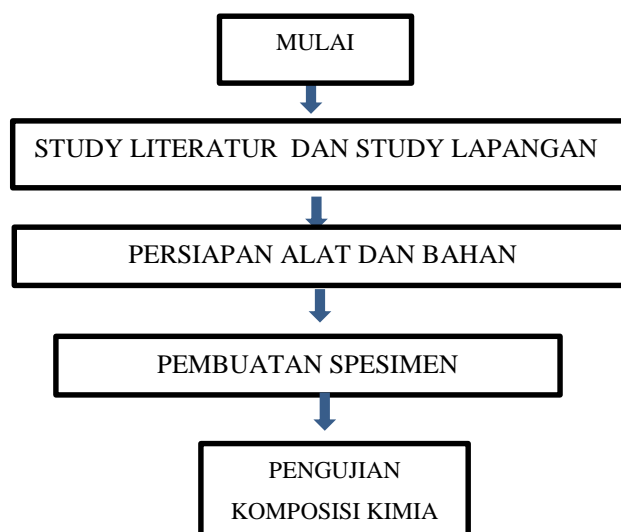
Namun dengan seiring perkembangan teknologi yang ada terdapat cara untuk mendapatkan sifat material yang diinginkan yaitu dengan cara menggunakan proses *heat treatment*.

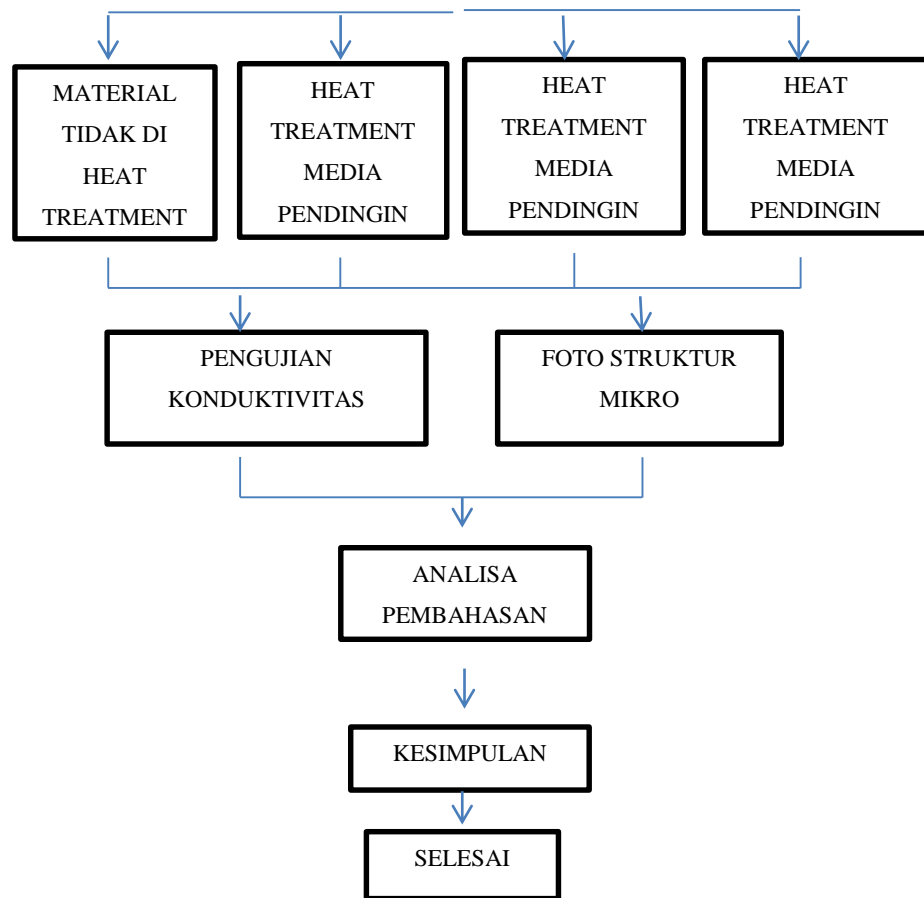
Heat treatment merupakan proses mengubah struktur logam dengan cara memanaskan logam di dalam tungku dengan suhu tertentu dan didinginkan dengan media pendingin. Salah satu jenis proses *heat treatment* adalah *quenching*. *Quenching* merupakan sebuah proses pendinginan secara cepat pada sebuah material setelah mendapatkan perlakuan panas. Media pendingin yang sering digunakan adalah air, oli, udara, dan masih banyak lagi yang bisa digunakan sebagai media pendingin untuk proses *heat treatment*.

Pada penelitian kali ini menggunakan alumunium *alloy* (alumunium yang dijual dimasyarakat). Alumunium di *heat treatment* menggunakan media pendingin oli, air, udara dengan tujuan mengetahui pengaruh media pendingin pada proses *heat treatment* terhadap struktur mikro dan *konduktivitas thermal*.

2. METODE

2.1 Diagram Alir





Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

1. Alat uji *Konduktivitas Thermal*
2. Alat uji Foto mikro
3. Peralatan Pengukuran
4. Peralatan Penunjang
5. Alat Safety

2.2.2 Bahan

1. Alumunium *Alloy*

2. Media Pendingin (Air, Oli SAE 40)

3. Bahan etsa

2.3 Tahap Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Pencarian data yang berhubungan dengan penelitian dari jurnal atau buku yang sesuai.

b. Persiapan alat dan bahan

Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian.

c. Pembuatan specimen

Alumunium yang akan digunakan dalam penelitian dipotong dan dibentuk sesuai yang dibutuhkan.

d. Melakukan pengujian

Alumunium yang sudah di heat treatment kemudian diuji konduktivitas thermal dan foto struktur mikro.

e. Analisa hasil dan pembahasan

Hasil dari pengujian konduktivitas thermal kemudian dibandingkan antara alumunium yang di heat treatment dan yang netral sehigga mendapatkan perbedaan dan menganalisis perbedaan tersebut

f. Kesimpulan

Setelah melakukan analisi hasil yang didapatkan maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian tersebut

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia ini bertujuan untuk mengetahui prosentase kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam spesimen uji. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji komposisi kimia (*Spectrometer*). Pengujian dilakukan dengan penembakan terhadap

permukaan sampel uji (yang sudah dihaluskan) dengan gas argon, penembakan dilakukan sebanyak 2 titik, kemudian diambil nilai rata-ratanya. Hasil uji komposisi kimia pada *raw material* disajikan dalam tabel 1

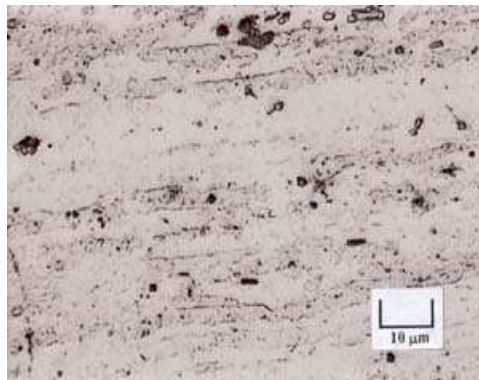
Tabel 1 hasil pengujian komposisi kimia

Unsur	Jumlah(%)
Al	98.71
Si	0.381
Cr	0.359
Cu	0.160
Zn	0.126
Mg	0.0522
V	0.0237
Ti	0.0131
Ca	0.0049
Be	0.0004
Sn	<0.0500
Fe	<0.0500
Pb	<0.0300
Mn	<0.0200
Ni	<0.0200
Zr	<0.0030
Sr	<0.0005

Menurut data hasil komposisi kimia tersebut alumunium ini termasuk dalam aluminium *4000 series*. Karena alumunium ini memiliki kandungan utama yaitu Si. Menurut Wiryosumarto (2000) aluminium ini termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku panaskan.

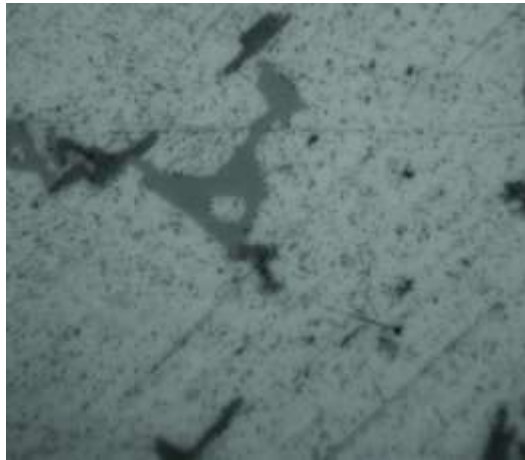
3.2 Pengujian Foto Mikro

Pengujian foto mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang dimiliki oleh alumunium *alloy* setelah proses *heat treatment* dengan menggunakan media pendingin yang berbeda-beda. Foto mikro ini digunakan untuk melihat perbedaan antara alumunium alloy yang di *heat treatment* dengan alumunium alloy yang tidak di *heat treatment*. gambar 2 menunjukkan gambar logam induk aluminium seri 4000 yang diambil dari *ASM Handbook vol.9* gambar 3, 4, 5 menunjukkan gambar berbagai penelitian tentang alumunium silicon. Gambar 6 menunjukkan gambar alumunium sebelum proses heat treatment, gambar 7 menunjukkan gambar alumunium dengan media pendingin oli, gambar 8 menunjukkan gambar alumunium dengan media pendingin air, dan gambar 9 menunjukkan gambar alumunium dengan media pendingin udara. Foto mikro ini menggunakan pembesaran sebesar 200 kali.



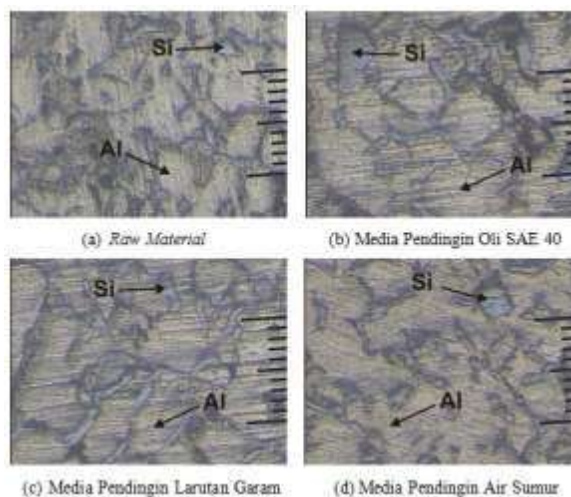
Gambar 2 Logam Induk Aluminium Seri 4000
(*ASM Handbook Vol.9*)

Pada gambar 2 merupakan gambar struktur mikro untuk aluminium seri 4000. Gambar tersebut diambil dari buku *ASM Handbook Vol.9*.



Gambar 3 Struktur Mikrol Al – Si (6%)
(Ratih Ponco K.S., Erwin Siahaan dan Steven Darmawan)

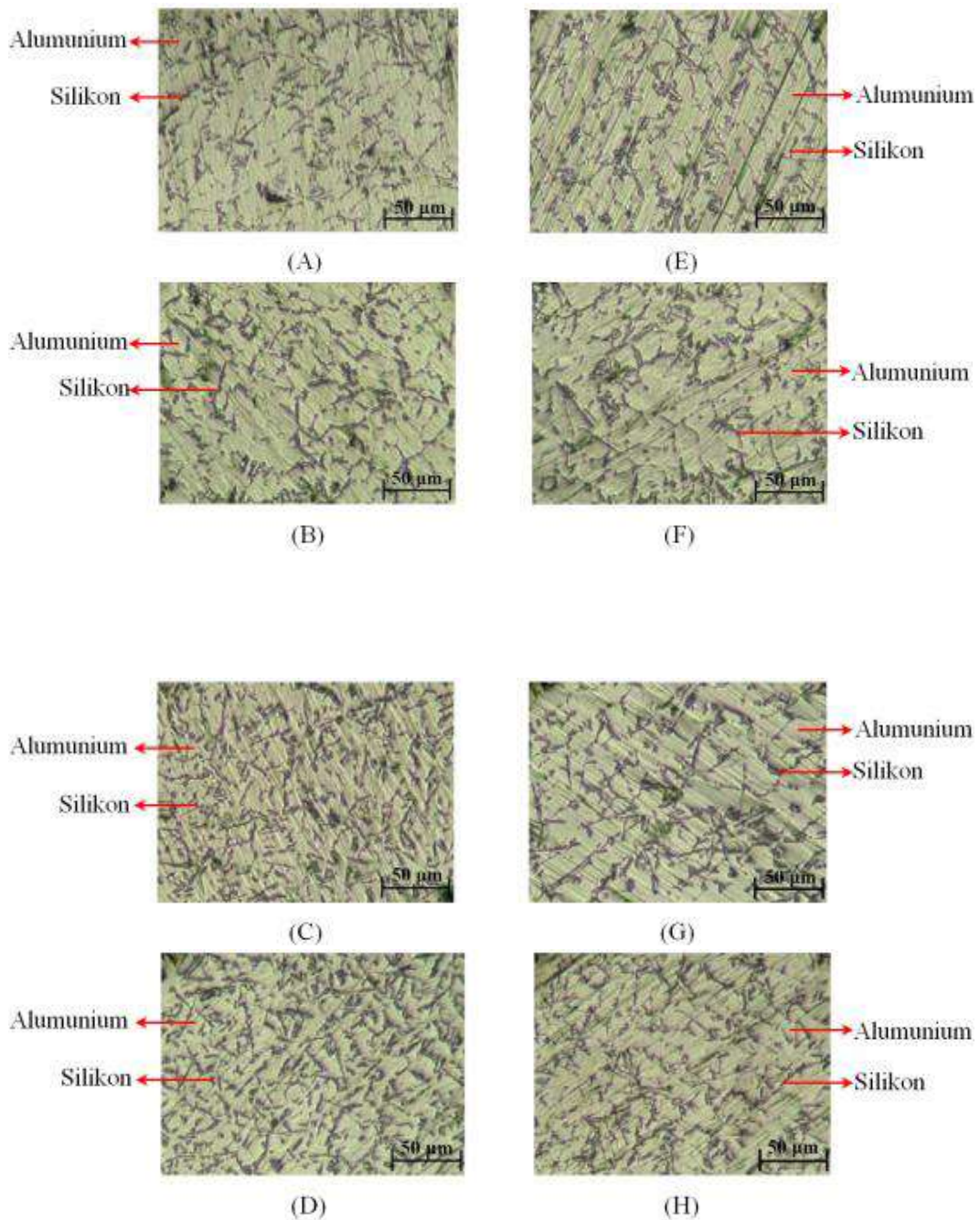
Pada gambar 3 merupakan gambar struktur mikro untuk aluminium Si dengan kandungan Si sebesar 6%. Gambar tersebut diambil dari penelitian (Ratih Ponco K.S., Erwin Siahaan dan Steven Darmawan.



Gambar 4 Foto Struktur Mikro Spesimen Perlakuan Panas *Quenching* Perbesaran 100X
(Ferdiaz Dinov Mu'afax, Budi Harjanto, S.T., M.Eng., Suharno, S.T., M.T.)

Pada gambar 4 merupakan gambar struktur mikro untuk aluminium Si dengan media pendingin oli, larutan garam, air sumur dan raw material. kandungan Si pada material tersebut sebesar 9,74%. Material yang

digunakan adalah aluminium hasil remelting Al-Si berbasis limbah piston bekas.



Gambar 5 Struktur mikro *quenching* media air {(A)(B)(C)(D)} dan Struktur mikro *quenching* media oli {(E)(F)(G)(H)}

Pada gambar 5 merupakan gambar struktur mikro untuk aluminium Si dengan media pendingin oli dan air. Material yang digunakan aluminium

dari velg bekas kendaraan yang telah di *remelting* dengan unsur paduan paling banyak yaitu Al-Si dengan kandungan unsur Al : 92,30% dan Si : 6,59%.



Gambar 6 Foto mikro alumunium sebelum proses *heat treatment*

Gambar 6 merupakan foto struktur mikro alumunium *alloy* yang tidak mengalami proses heat treatment. Alumunium *alloy* ini memiliki daerah berwarna terang merupakan fasa alpha, sedangkan daerah berwarna gelap merupakan fasa beta, sedangkan butiran berwarna gelap merupakan presitat beta. Fase beta adalah fase yang lebih ulet dan fase alpha lebih kuat namun kurang ulet.



Gambar 7 Foto mikro media pendingin oli

Gambar 7 menunjukkan bahwa alumunium setelah mengalami proses *heat treatment* dengan media pendingin oli. Karena alumunium ini termasuk alumunium not heat treable maka struktur mikro tidak banyak mengalami perubahan. Alumunium dengan pendinginan oli ini juga memiliki daerah berwarna terang merupakan fasa alpha, sedangkan daerah berwarna gelap merupakan fasa beta, sedangkan butiran berwarna gelap merupakan presitat beta. Fase beta adalah fase yang lebih ulet dan fase alpha lebih kuat namun kurang ulet. Secara teori ,karena oli memiliki viskositas yang tinggi sehingga partikel oli paling lambat bergerak meninggalkan permukaan kalor dan pada akhirnya gradient suhu yang disediakan oli merupakan yang paling kecil, dari uraian di atas terlihat bahwa pendinginan dengan oli akan menghasilkan bentuk butir yang paling besar dan dendrit yang paling sempurna.



Gambar 8 Foto mikro dengan media pendingin air

Gambar 8 menunjukkan bahwa alumunium setelah mengalami proses *heat treatment* dengan media pendingin air. Karena alumunium ini termasuk alumunium not heat treable maka struktur mikro tidak banyak mengalami perubahan. Alumunium dengan pendinginan air ini juga memiliki daerah berwarna terang merupakan fasa alpha, sedangkan daerah berwarna gelap merupakan fasa beta, sedangkan butiran berwarna gelap merupakan presitat beta. Fase beta adalah fase yang lebih ulet dan fase alpha lebih kuat namun kurang ulet. Secara teori perbedaan ukuran terjadi karena pendinginan yang menggunakan air seperti halnya dengan udara, karena volume yang terbatas dan viskositas yang lebih tinggi dari udara, kuantitas laiu perpindahan kalor lebih kecil bila dibandingkan dengan pendinginan udara. Pendinginan dengan air mengakibatkan bentuk butir yang sedang dan struktur dendrit transisi tetapi tidak tersebar rata.



Gambar 9 Foto mikro media pendingin udara

Gambar 9 menunjukkan bahwa alumunium setelah mengalami proses *heat treatment* dengan media pendingin udara, Karena alumunium ini termasuk alumunium not heat treable maka struktur mikro tidak banyak mengalami perubahan. Alumunium dengan pendinginan udara ini juga memiliki daerah berwarna terang merupakan fasa alpha, sedangkan daerah berwarna gelap merupakan fasa beta, sedangkan butiran berwarna gelap merupakan presitat beta. Fase beta adalah fase yang lebih ulet dan fase alpha lebih kuat namun kurang ulet. Secara teori pendinginan dengan media udara menghasilkan bentuk butir yang relaatif lebih kecil dibandingkan dengan pendinginan oli, air dan alumunium yang tidak di treatment, karena pada pendinginan media udara proses pendinginan sangat lambat sehingga butiran yang terbentuk berukuran kecil. . Hal ini di akibatkan karena pendinginan udara terbuka, udara yang terkena konveksi selalu naik keatas akibat perbedaan rapat jeni udara dingin lebih tinggi dari udara kalor, sehingga udara dingin menekan udara panas dan dengan cepat menempati ruang yang ditinggalkan oleh udara kalor.

3.3 Pengujian Konduktivitas Thermal

Pengujian konduktivitas thermal ini bertujuan untuk mengetahui nilai ketahanan panas yang terdapat dalam spesimen uji. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat uji *konduktivitas thermal (thermal conductivity measuring, tipe : OSK 4565-A Tokyo meter Co. Model : HVS-40□□00SE)*. Hasil uji konduktivitas pada *raw material* alumunium dan alumunium sesudah proses *heat treatment* disajikan dalam tabel 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5.

Pengujian *konduktivitas thermal* dilakukan pada spesimen aluminium paduan yang dikenakan perlakuan *heat treatment* dan yang tidak dengan diberi variasi media pendingin berupa air, udara, oli. Pengujian *konduktivitas thermal* dilakukan di labortorium perpindahan panas Universitas Gajah Mada.

Tabel 2 hasil pengujian konduktivitas pada suhu 100°C

Nama	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Oli	92.4	90.3	88.2	86	64	62.1	39	37.1	35.2	33.3
Air	93.1	91.5	89.9	88.	68.7	67.3	35.3	33.8	32.4	30.9
Udara	93.2	91.8	90.4	88.9	62.4	61.2	34.1	32.7	31.5	30.3
Raw	93.1	91.2	89.4	87.6	63.7	61.9	35.8	34.4	32.6	31

Tabel 3 hasil pengujian konduktivitas pada suhu 150°C

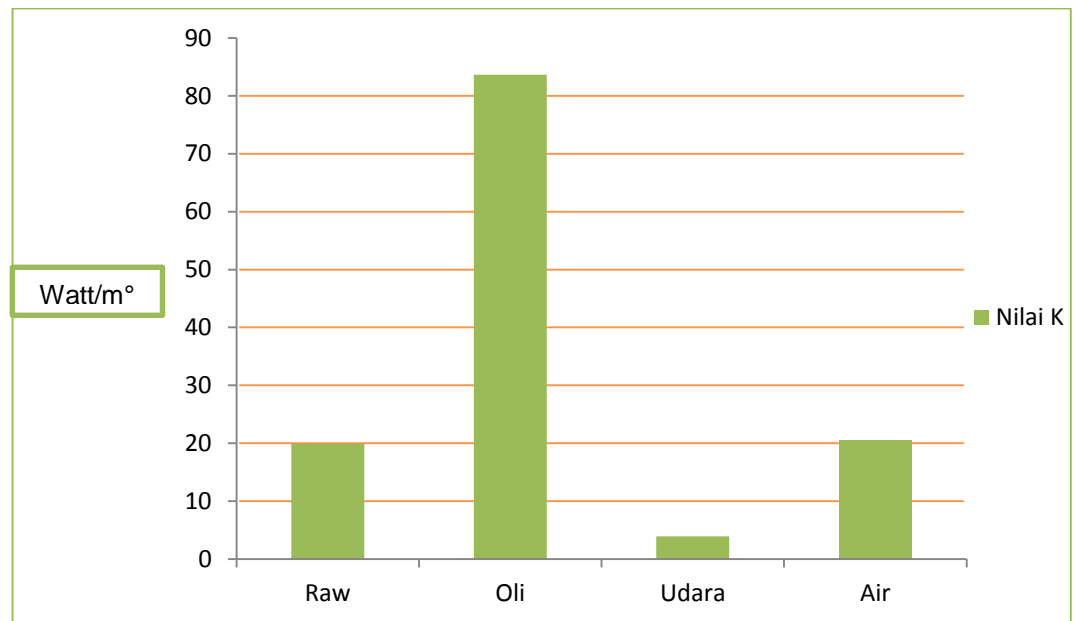
Nama	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Oli	140.2	136.3	132.6	128.6	91.7	88.4	48.7	45.3	41.9	38.5
Air	141.4	138.4	135.6	132.6	100.3	97.6	42.8	40.2	37.6	35
Udara	141.5	138.7	135.8	131.1	93.2	90.8	42.1	39.7	37.2	34.7
Raw	140.8	137.4	134.1	130.6	93.4	90.2	45.5	42.5	39.6	36.7

Tabel 4 Hasil Konduktivits thermal pada suhu 100°C

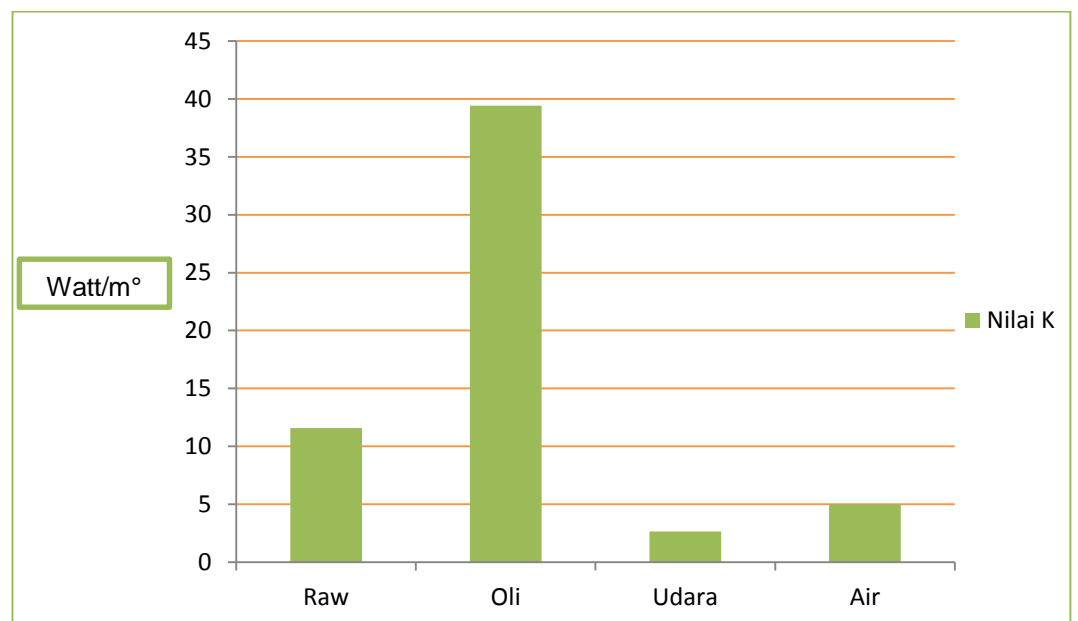
Spesimen	Nilai K (Watt/m°C)
Raw material	19.944
Oli	84.01
Udara	3.937
Air	20.84

Tabel 5 Hasil Konduktivits thermal pada suhu 150°C

Spesimen	Nilai K (Watt/m°C)
Raw material	11.615
Oli	39.532
Udara	3.183
Air	9.460



Gambar 10 Grafik Hasil pengujian pada suhu 100°C



Gambar 11 Grafik Hasil pengujian pada suhu 150°C

Dari hasil pengujian konduktivitas pada alumunium alloy bahwa temperature saat pengujian konduktivitas mempengaruhi nilai konduktivitas thermal pada alumunium. Pengaruh temperature terhadap nilai konduktivias thermal sulit diramalkan karena pada beberapa keadaan

tapi secara umum kenaikan temperature akan mengakibatkan penurunan nilai konduktivitas.

Pada alumunium yang tidak di heat treatment memiliki nilai konduktivitas thermal yang baik dibandingkan dengan yang diheat treatment dengan media pendingin air dan udara

Pada alumunium yang di heat treatment dengan media pendingin air mendapatkan nilai yang lebih tinggi daripada alumunium dengan pendinginan udara karena pada pendinginan air, karena volume yang terbatas dan viskositas yang lebih tinggi dari udara, kuantitas laju perpindahan kalor lebih kecil bila dibandingkan dengan udara

Pada alumunium yang di heat treatment dengan media pendingin oli mendapatkan nilai yang paling tinggi, karena oli memiliki viskositas yang tinggi sehingga partikel-partikel oli bergerak paling lambat meninggalkan permukaan kalor dan pada akhirnya gradien suhu yang disediakan oli merupakan yang paling kecil. Dari uraian tersebut terlihat bahwa pendinginan oli akan menghasilkan bentuk butir yang paling besar dan dendrit yang paling sempurna. Hal ini mengakibatkan pendinginan dengan oli menghasilkan nilai konduktivitas yang lebih besar (Nasser, S.A., 1996). Jadi menurut pengertian tersebut ukuran butir mempengaruhi nilai konduktivitas thermal, semakin besar butir maka nilai konduktivitas thermal akan semakin tinggi.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dari analisa data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Hasil pengujian thermal menunjukkan bahwa alumunium alloy dengan media pendingin oli memiliki nilai konduktivitas thermal yang paling tinggi.
- b. Pengaruh temperature mempengaruhi nilai konduktivitas thermal semakin tinggi nilai temperature pada saat proses pengujian mengakibatkan penurunan nilai konduktivitas thermal.

- c. Semakin lambat laju perpindahan partikel dari material menyebabkan terbentuknya butir yang lebih besar. Semakin besar ukuran butir maka semakin besar nilai konduktivitas thermal
- d. Hasil penelitian pada aluminium alloy menunjukkan keadaan struktur mikro yang tidak terjadi banyak perubahan karena aluminium alloy ini termasuk aluminium yang non heat treatable.

4.2 Saran

Dari uraian yang ditulis penulis dapat dibuat beberapa saran untuk menunjang pengembang selanjutnya antara lain :

- a. Perlu dilakukan pengembang penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi terkait waktu untuk pemanasan uji konduktivitas thermal untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal supaya dapat dijadikan referensi dalam ilmu pengetahuan.
- b. Dalam melakukan proses penelitian lebih ditingkankan factor safety karena berkaitan dengan kalor panas dengan suhu yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alim, Mohammad Istajarul, Dina Mardiana, Anita Dwi A, and Diky Anggoro. 2017. *Uji Konduktivitas Termal Material Non Logam*. Departemen Fisika Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Dharmajati, Elmeiana Suhendra. 2017. *Penentuan Konduktivitas Thermal Logam Menggunakan Kit Percobaan Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Negeri Surabaya.
- Kurniawati, Netty. 1999. *Penentuan Konduktivitas Termal Beberapa Jenis Logam*. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Romli, 2012. *Pengaruh Proses Pengelasan Tig Terhadap Sifat Mekanis Bahan Paduan Aluminium*. Jurusan Teknik, Mesin Politeknik, and Negeri Sriwijaya.
- Ratih Ponco K . S ., Erwin Siahaan dan Steven Darmawan. *PENGARUH UNSUR SILIKON PADA ALUMINIUM ALLOY (Al – Si) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.
- Saputro, Agung Toga. 2014. *ANALISA HEAT TREATMENT PADA ALUMINIUM*

- MAGNESIUM SILIKON (Al – Mg – Si) DENGAN SILIKON (Si) (1%, 3%, 5%) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Siswanto, Eko et al. 2018. *ANALYSIS OF TEMPERATURE DISTRIBUTION AND RATE OF HEAT TRANSFER ON COOLING SYSTEM (SIMULATION) USING POROUS MEDIA.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Suarsana, Ketut, I Made Astika, and Lega Suprpto. 2018. *KARAKTERISASI KONDUKTIVITAS TERMAL DAN KEKERASAN KOMPOSIT ALUMINIUM MATRIK PENGUAT HIBRID SiCw/AL2O3.* Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana Denpasar Bali
- Sucipto, Tabah Priangkoso, Darmanto. 2013. *ANALISA KONDUKTIVITAS THERMAL BAJA ST-37 DAN KUNINGAN.* Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
- Tata Surdia dan Prof. Dr Shinroku Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik.* PT. Pradnya Paramita.Jakarta